

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-182580

(43) Date of publication of application : 26.06.2002

(51) Int.CI.

G09F 9/00
G02F 1/1368
H01L 27/12
H01L 29/786
H01L 21/336
H01L 33/00

(21) Application number : 2000-382759 (71) Applicant : SONY CORP

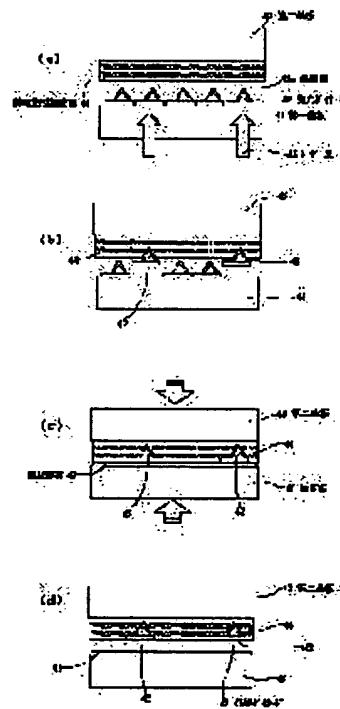
(22) Date of filing : 15.12.2000 (72) Inventor : IWABUCHI TOSHIAKI
YANAGISAWA YOSHIYUKI
OHATA TOYOJI
DOI MASATO

(54) SELECTIVE TRANSFER METHOD FOR ELEMENT, METHOD OF MANUFACTURING IMAGE DISPLAY DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide such a selective transfer method of elements which prevents the impairment of positioning accuracy even after transfer and does not degrade the yield of transfer in transferring the finely worked elements and a method of manufacturing image display device.

SOLUTION: The elements, such as plural light emitting diodes 42 and thin-film transistors for liquid crystal display, are formed on a first substrate 41 and thereafter portions of the elements among the plural elements are selectively peeled from the first substrate by element holding layers (thermoplastic resin layers 44) capable of holding the elements by plastic deformation and the respective elements are selectively transferred to a



second substrate 43. In the selective transfer, the positions where the elements are held are exactly held by the plastic deformation of the element holding layers and therefore the improvement in the yield is made possible.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

特開2002-182580

(P2002-182580A)

(43)公開日 平成14年6月26日(2002.6.26)

(51)Int.C1.⁷

識別記号

F I

テマコト(参考)

G 0 9 F	9/00	3 3 8
G 0 2 F	1/1368	
H 0 1 L	27/12	
	29/786	
	21/336	

G 0 9 F	9/00	3 3 8	2H092
G 0 2 F	1/1368		5F041
H 0 1 L	27/12	B 5F110	
	33/00	N 5G435	
	29/78	6 2 7 D	

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L

(全22頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-382759(P2000-382759)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(22)出願日

平成12年12月15日(2000.12.15)

(72)発明者 岩渕 寿章

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー
株式会社内

(72)発明者 柳澤 喜行

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー
株式会社内

(74)代理人 100110434

弁理士 佐藤 勝

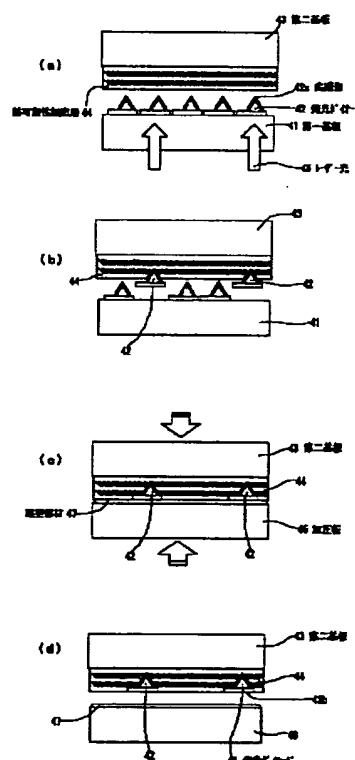
最終頁に続く

(54)【発明の名称】素子の選択転写方法、画像表示装置の製造方法及び液晶表示装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】微細加工された素子を転写する際に、転写後も位置合わせ精度が損なわれることもなく、転写の歩留まりも低下しないような素子の選択転写方法及び表示装置の製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】第一基板41上に複数の発光ダイオード42や液晶表示のための薄膜トランジスタの如き素子を形成した後、塑性変形によって素子を保持可能な素子保持層(熱可塑性樹脂層44)によって、複数の素子の内の一部の素子を選択的に第一基板から剥離して第二基板43に各素子を選択的に転写する。選択転写に際して素子が保持される位置が軟化した素子保持層の塑性変形によって正確に保持されるため、歩留まりを向上させることができる。



一ビームの照射によるアブレーションを利用することを特徴とする請求項1記載の素子の選択転写方法。

【請求項13】 第一基板上にそれぞれ尖頭部を有する複数の素子を形成する工程と、該素子の尖頭部を保持可能な素子保持層を第二基板の表面に形成する工程と、前記複数の素子の内の一部の素子を選択的に前記第一基板から剥離する工程と、前記素子保持層に前記剥離された素子を選択的に保持させることで前記第二基板に前記素子を選択的に転写する工程とを有することを特徴とする素子の選択転写方法。

【請求項14】 前記素子保持層は熱可塑性樹脂層により形成されることを特徴とする請求項13記載の素子の選択転写方法。

【請求項15】 前記熱可塑性樹脂層はエネルギー一ビームの照射によって加熱されることを特徴とする請求項14記載の素子の選択転写方法。

【請求項16】 前記エネルギー一ビームはレーザー一ビームであることを特徴とする請求項15記載の素子の選択転写方法。

20 【請求項17】 前記エネルギー一ビームの照射範囲は転写される素子の径よりも小さい範囲であることを特徴とする請求項15記載の素子の選択転写方法。

【請求項18】 前記第二基板は光透過性の基板であり、前記熱可塑性樹脂層は前記第二基板を透過したエネルギー一ビームの照射によって加熱されることを特徴とする請求項15記載の素子の選択転写方法。

20 【請求項19】 前記素子保持層に前記素子を選択的に保持させた後、前記素子の裏面側から加圧板によって各素子を前記第二基板に対して押圧することを特徴とする請求項1記載の素子の選択転写方法。

【請求項20】 前記加圧板の表面には離型部材が形成されていることを特徴とする請求項19記載の素子の選択転写方法。

【請求項21】 前記素子は半導体発光素子であることを特徴とする請求項13記載の素子の選択転写方法。

【請求項22】 前記素子は半導体発光素子であり、前記半導体発光素子の前記尖頭部が形成された側の裏面は略平坦面とされることを特徴とする請求項13記載の素子の選択転写方法。

40 【請求項23】 前記素子は窒化物半導体系素子であり、前記第一基板は光透過性の基板であり、前記素子の前記第一基板からの剥離は前記第一基板を透過したエネルギー一ビームの照射によるアブレーションを利用することを特徴とする請求項13記載の素子の選択転写方法。

【請求項24】 第一基板上の複数の発光素子から一部の発光素子を選択的に第二基板上に転写して画像表示装置を製造する画像表示装置の製造方法において、前記第一基板上に複数の発光素子を形成する工程と、塑性変形によって発光素子を保持可能な素子保持層を前記第二基板の表面に形成する工程と、前記複数の発光素子の内の

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第一基板上の複数の素子から一部の素子を選択的に第二基板上に転写する素子の選択転写方法において、前記第一基板上に複数の素子を形成する工程と、塑性変形によって素子を保持可能な素子保持層を前記第二基板の表面に形成する工程と、前記複数の素子の内の一部の素子を選択的に前記第一基板から剥離する工程と、前記素子保持層に前記剥離された素子を選択的に保持させることで前記第二基板に前記素子を選択的に転写する工程とを有することを特徴とする素子の選択転写方法。

【請求項2】 前記素子保持層は熱可塑性樹脂層により形成されることを特徴とする請求項1記載の素子の選択転写方法。

【請求項3】 前記熱可塑性樹脂層はエネルギー一ビームの照射によって加熱されることを特徴とする請求項2記載の素子の選択転写方法。

【請求項4】 前記エネルギー一ビームはレーザー一ビームであることを特徴とする請求項3記載の素子の選択転写方法。

【請求項5】 前記エネルギー一ビームの照射範囲は転写される素子の径よりも小さい範囲であることを特徴とする請求項3記載の素子の選択転写方法。

【請求項6】 前記第二基板は光透過性の基板であり、前記熱可塑性樹脂層は前記第二基板を透過したエネルギー一ビームの照射によって加熱されることを特徴とする請求項3記載の素子の選択転写方法。

【請求項7】 前記素子保持層に前記素子を選択的に保持させた後、前記素子の裏面側から加圧板によって各素子を前記第二基板に対して押圧することを特徴とする請求項1記載の素子の選択転写方法。

【請求項8】 前記加圧板の表面には離型部材が形成されていることを特徴とする請求項7記載の素子の選択転写方法。

【請求項9】 前記素子は発光素子、液晶制御素子、光電変換素子、圧電素子、薄膜トランジスタ素子、薄膜ダイオード素子、抵抗素子、スイッチング素子、微小磁気素子、微小光学素子から選ばれた素子若しくはその部分であることを特徴とする請求項1記載の素子の選択転写方法。

【請求項10】 前記素子は尖頭部を有する半導体発光素子であり、前記尖頭部から前記素子保持層に圧着されることを特徴とする請求項1記載の素子の選択転写方法。

【請求項11】 前記素子は尖頭部を有する半導体発光素子であり、前記半導体発光素子の前記尖頭部が形成された側の裏面は略平坦面とされることを特徴とする請求項1記載の素子の選択転写方法。

【請求項12】 前記素子は窒化物半導体系素子であり、前記第一基板は光透過性の基板であり、前記素子の前記第一基板からの剥離は前記第一基板を透過したエネルギー

一部の発光素子を選択的に前記第一基板から剥離する工程と、前記素子保持層に前記剥離された発光素子を選択的に保持させることで前記第二基板に前記発光素子を選択的に転写する工程とを繰り返し、マトリクス状に配列される各画素を発光波長の異なる発光素子を隣接させて構成することを特徴とする画像表示装置の製造方法。

【請求項 25】 第一基板上の複数の薄膜トランジスタ素子から一部の薄膜トランジスタ素子を選択的に第二基板上に転写して液晶表示装置を製造する液晶表示装置の製造方法において、前記第一基板上に複数の薄膜トランジスタ素子を形成する工程と、塑性変形によって薄膜トランジスタ素子を保持可能な素子保持層を前記第二基板の表面に形成する工程と、前記複数の薄膜トランジスタ素子の内の一部の薄膜トランジスタ素子を選択的に前記第一基板から剥離する工程と、前記素子保持層に前記剥離された薄膜トランジスタ素子を選択的に保持させることで前記第二基板に前記薄膜トランジスタ素子を選択的に転写する工程とを繰り返し、マトリクス状に配列される各画素を制御する薄膜トランジスタ素子を各画素ごとに形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体発光素子などの素子を基板上などに選択的に転写する素子の選択転写方法、画像表示装置の製造方法並びに液晶表示装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、発光素子をマトリクス状に配列して画像表示装置に組み上げる場合には、液晶表示装置（LCD : Liquid Crystal Display）やプラズマディスプレイパネル（PDP : Plasma Display Panel）のように基板上に素子を形成するか、或いは発光ダイオードディスプレイ（LEDディスプレイ）のように単体のLEDパッケージを配列することが行われている。従来のLCD、PDPの如き画像表示装置においては、素子や画素のピッチとその製造プロセスに関し、素子分離ができないために製造プロセスの当初から各素子はその画像表示装置の画素ピッチだけ間隔を空けて形成することが通常行われている。また、例えば特開平11-26733号公報に記載される液晶表示装置においては、液晶制御素子としての薄膜デバイスの製造時に使用した基板と製品の実装時に使用する基板とを異ならせ、実装時に使用する基板に対して薄膜デバイスを転写することが行われている。

【0003】 一方LEDディスプレイの場合にはLEDチップをダイシング後に取り出し、個別にワイヤーボンドもしくはフリップチップによるバンプ接続により外部電極に接続し、パッケージ化されることが行われている。この場合、パッケージ化の前もしくは後に画像表示装置としての画素ピッチに配列されるが、この画素ピッ

チは素子形成時の素子のピッチとは無関係とされる。

【0004】 発光素子であるLED（発光ダイオード）は高価である為、1枚のウエハから数多くのLEDチップを製造することによりLEDを用いた画像表示装置を低コストにできる。すなわち、LEDチップの大きさを従来約 $300\mu m$ 角のものを数十 μm 角のLEDチップにして、それを接続して画像表示装置を製造すれば画像表示装置の価格を下げることができる。

【0005】 そこで各素子を集積度高く形成し、各素子を広い領域に転写などによって離間させながら移動させ、画像表示装置などの比較的大きな表示装置を構成する技術が有り、例えば特開昭56-17385号公報に記載される発光ダイオードを用いたディスプレイ装置の製造方法や、米国特許No. 5438241に記載される薄膜転写法や、特開平11-142878号に記載される表示用トランジスタアレイパネルの形成方法などの技術が知られている。

【0006】 特開昭56-17385号公報に記載される発光ダイオードを用いたディスプレイ装置の製造方法では、ダイシング前のLEDウエーハが第1の粘着シートに貼り付けられ、同シート上でダイシングが行われ、ダイシングされたLEDペレットが第2の粘着シートへ一括転写される。ダイシングされたLEDペレットの中、配線基板へ転写したいLEDペレットのみに選択的に導電ペーストをスクリーン印刷法により塗布する。第2粘着シートごとLEDペレットを基板の電極の位置に合わせて貼り合わせ、選択的に固着させて剥離する。R, G, Bの発光波長の異なるLEDペレットが順次選択転写する。

【0007】 米国特許No. 5438241では基板上に密に形成した素子が粗に配置し直される転写方法が開示されており、接着剤付きの伸縮性基板に素子を転写した後、各素子の間隔と位置をモニターしながら伸縮性基板がX方向とY方向に伸張される。そして伸張された基板上の各素子が所要のディスプレイパネル上に転写される。また、特開平11-142878号に記載される技術では、第1の基板上の液晶表示部を構成する薄膜トランジスタが第2の基板上に全体転写され、次にその第2の基板から選択的に画素ピッチに対応する第3の基板に転写する技術が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが前述のような技術では、次のような問題が生ずる。先ず、LEDペレットに対して選択的に導電ペーストをスクリーン印刷法により塗布する特開昭56-17385号公報に記載される技術では、LEDペレットの如き比較的大きな素子に対しては有効であるが、現在の $100\mu m$ 以下程度で $15\mu m$ から $25\mu m$ 程度の素子サイズの微小な発光デバイス等に対してはスクリーン印刷の位置ずれが大きく、適用自体非常に困難である。

【0009】また、米国特許No. 5 4 3 8 2 4 1に記載の基板上に密に形成したデバイスを粗に配置し直す転写方法では、伸縮性基板の伸長時の不動点(支点)がデバイスチップの接着面のどの位置になるかによって、デバイス位置が最小でチップサイズ($\geq 20 \mu\text{m}$)だけずれるという本質的な問題を抱えている。そのために、デバイスチップ毎の精密位置制御が不可欠になる。したがって、少なくとも $1 \mu\text{m}$ 程度の位置合わせ精度が必要な高精細TFTアレイパネルの形成には、TFTデバイスチップ毎の位置計測と制御を含む位置合わせに多大な時間を要する。さらに、熱膨張係数の大きな樹脂フィルムへの転写の場合には、位置決め前後の温度/応力変動によって位置合わせ精度が損なわれ易い。以上の理由から、量産技術として採用することには極めて大きな問題がある。

【0010】また、特開平11-142878号に記載される技術では、転写対象の薄膜トランジスタ素子の部分に選択的に紫外線が選択的に照射され、薄膜トランジスタ素子と転写元基板の間に形成されたUV剥離樹脂の接着力を低下させることが行われている。ところが、紫外線の照射によってUV剥離樹脂の接着力が低下するには時間がかかり、プロセス上のスループットの低下を招き、また、十分は接着力の低下が得られないときでは、転写の歩留まりも低下してしまうことになる。

【0011】そこで、本発明は微細加工された素子を転写する際に、転写後も位置合わせ精度が損なわれることもなく、転写の歩留まりも低下しないような素子の選択転写方法、画像表示装置の製造方法、及び液晶表示装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の素子の選択転写方法は、第一基板上の複数の素子から一部の素子を選択的に第二基板上に転写する素子の選択転写方法において、前記第一基板上に複数の素子を形成する工程と、塑性変形によって素子を保持可能な素子保持層を前記第二基板の表面に形成する工程と、前記複数の素子の内の一部の素子を選択的に前記第一基板から剥離する工程と、前記素子保持層に前記剥離された素子を選択的に保持されることで前記第二基板に前記素子を選択的に転写する工程とを有することを特徴とする。

【0013】上記方法によれば、素子保持層は保持する素子が極めて微細な構造を有している場合であっても、素子保持層の塑性変形に密着から確実に素子を保持することができ、従って素子が確実に転写される。また、例えば熱可塑性樹脂層などによって素子保持層を構成し、レーザーなどの照射によって素子近傍に局所的にエネルギーを与えて処理することで、比較的に短時間での処理が可能となり、歩留まりの低下も防止できる。

【0014】また、本発明の他の素子の転写転写方法においては、第一基板上にそれぞれ尖頭部を有する複数の素子を形成する工程と、該素子の尖頭部を保持可能な素

子保持層を第二基板の表面に形成する工程と、前記複数の素子の内の一部の素子を選択的に前記第一基板から剥離する工程と、前記素子保持層に前記剥離された素子をそれぞれ尖頭部側から選択的に保持させることで前記第二基板に前記素子を選択的に転写する工程とを有することを特徴とする。

【0015】この選択転写方法によれば、素子保持層は素子の尖頭部を保持することになり、素子の尖頭部自体は素子保持層に食い込んで密着するため、確実な素子の転写が可能となる。また、素子の尖頭部を利用することで、単に平坦な素子を接着させる場合に比べて尖頭部側面の広い面積が素子保持層は密着することになり、確実な転写が実現され歩留まりも向上する。

【0016】また、本発明の画像表示装置の製造方法においては、第一基板上の複数の発光素子から一部の発光素子を選択的に第二基板上に転写して画像表示装置を製造する製造方法において、前記第一基板上に複数の発光素子を形成する工程と、塑性変形によって発光素子を保持可能な素子保持層を前記第二基板の表面に形成する工程と、前記複数の発光素子の内の一部の発光素子を選択的に前記第一基板から剥離する工程と、前記素子保持層に前記剥離された発光素子を選択的に保持させることで前記第二基板に前記発光素子を選択的に転写する工程とを繰り返し、マトリクス状に配列される各画素を発光波長の異なる発光素子を隣接させて構成することを特徴とする。

【0017】さらに、本発明の液晶表示装置の製造方法においては、第一基板上の複数の薄膜トランジスタ素子から一部の薄膜トランジスタ素子を選択的に第二基板上に転写して液晶表示装置を製造する液晶表示装置の製造方法において、前記第一基板上に複数の薄膜トランジスタ素子を形成する工程と、塑性変形によって薄膜トランジスタ素子を保持可能な素子保持層を前記第二基板の表面に形成する工程と、前記複数の薄膜トランジスタ素子の内の一部の薄膜トランジスタ素子を選択的に前記第一基板から剥離する工程と、前記素子保持層に前記剥離された薄膜トランジスタ素子を選択的に保持させることで前記第二基板に前記薄膜トランジスタ素子を選択的に転写する工程とを繰り返し、マトリクス状に配列される各画素を制御する薄膜トランジスタ素子を各画素ごとに形成することを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。先ず、初めに本発明の素子の選択転写方法を適用した場合に低コスト化などの利点を生ずる、素子間を離間して配置する拡大転写方法に説明する。

【0019】【選択転写の例】図1は選択転写による拡大転写の一例を示す図である。この図1に示す選択転写においては、マトリクス状に配列された素子の一部を間

引いて転写する間引き転写が行われる。間引き転写は転写元の基板と転写先の基板（部材）を対峙させて選択的に素子を転写することで行われるが、転写先の基板（部材）を大きなサイズとすることで、転写元の基板上有る素子の全部を転写先の基板（部材）に移動させることができある。

【0020】図1は第一転写工程での拡大率3の場合の例を示しており、第一基板10を単位とすると第二基板11は3の二乗の9倍の面積を有する。このため転写元の基板である第一基板10上有る素子12の全部を転写するために、全部で9回の転写が行われる。第一基板10上有りマトリクス状に配される素子12を 3×3 のマトリクス単位毎に分けて、その中の1つの素子12が第二基板11に順次転写されて最終的に全体の素子12が転写される。

【0021】図1の(a)は第一基板10上の素子12の中 3×3 のマトリクス単位毎で第1番目の素子12が第二基板11に転写されるところを模式的に示しており、図1の(b)は 3×3 のマトリクス単位毎で第2番目の素子12が第二基板11に転写されるところを模式的に示している。第2番目の転写では、第一基板10の第二基板11に対するアライメント位置が図中垂直方向にずれており、同様の間引き転写を繰り返すことで、素子12を離間させて配置することができる。また図1の(c)は 3×3 のマトリクス単位毎で第8番目の素子12が第二基板11に転写されるところを模式的に示しており、図1の(d)は 3×3 のマトリクス単位毎で第9番目の素子12が第二基板11に転写されるところを模式的に示している。この 3×3 のマトリクス単位毎で第9番目の素子12が転写された時点で、第一基板10には素子12がなくなり、第二基板11にはマトリクス状に複数の素子12が離間された形式で保持されることになる。

【0022】[発光素子] 図2に本実施形態で使用される素子の一例としての発光素子の構造を示す。図2の(a)が素子断面図であり、図2の(b)が平面図である。この発光素子はGaN系の発光ダイオードであり、たとえばサファイア基板上に結晶成長される素子である。このようなGaN系の発光ダイオードでは、基板を透過するレーザー照射によってレーザーアブレーションが生じ、GaNの窒素が気化する現象にともなってサファイア基板とGaN系の成長層の間の界面で膜剥がれが生じ、素子分離を容易なものにできる特徴を有している。

【0023】まず、その構造については、GaN系半導体層からなる下地成長層31上に選択成長された六角錐形状のGaN層32が形成されている。なお、下地成長層31上には図示しない絶縁膜が存在し、六角錐形状のGaN層32はその絶縁膜を開口した部分にMOCVD法などによって形成される。このGaN層32は、成長

時に使用されるサファイア基板の正面をC面とした場合にS面(1-101面)で覆われたピラミッド型の成長層であり、シリコンをドープさせた領域である。このGaN層32の傾斜したS面の部分はダブルヘテロ構造のクラッドとして機能する。GaN層32の傾斜したS面を覆うように活性層であるInGaN層33が形成されており、その外側にマグネシームドープのGaN層34が形成される。このマグネシームドープのGaN層34もクラッドとして機能する。

【0024】このような発光ダイオードには、p電極35とn電極36が形成されている。p電極35はマグネシームドープのGaN層34上に形成されるNi/Pt/AuまたはNi(Pd)/Pt/Auなどの金属材料を蒸着して形成される。n電極36は前述の図示しない絶縁膜を開口した部分でTi/Al/Pt/Auなどの金属材料を蒸着して形成される。なお、下地成長層31の裏面側からn電極取り出しを行う場合は、n電極36の形成は下地成長層31の表面側には不要となる。

【0025】このような構造のGaN系の発光ダイオードは、青色発光も可能な素子であって、特にレーザーアブレーションによって比較的簡単にサファイア基板から剥離することができ、レーザービームを選択的に照射することで選択的な剥離が実現される。なお、GaN系の発光ダイオードとしては、平板上や帯状に活性層が形成される構造であっても良く、上端部にC面が形成された角錐構造のものであっても良い。また、他の窒化物系発光素子や化合物半導体素子などであっても良い。

【0026】[発光素子の選択転写方法、その1] 次に、図3の(a)乃至(d)を参照しながら、発光素子の選択転写方法について説明する。発光素子としては図2に示したようなGaN系の発光ダイオードを用いている。

【0027】先ず、図3の(a)に示すように、第一基板41の主面上には複数の発光ダイオード42がマトリクス状に形成されている。発光ダイオード42の大きさは数μm乃至約100μm、好ましくは約10μm乃至30μm程度とすることができる。発光ダイオード42は図2に示したようにピラミッド型の結晶成長層から構成される略六角錐形状の尖頭部42aを有している。発光ダイオード42は窒化物系半導体層であるGaN系の材料からなる。第一基板41の構成材料としてはサファイア基板などのように発光ダイオード42に照射されるレーザ光の波長の透過率の高い材料が用いられる。発光ダイオード42にはp電極などまでは形成されているが最終的な配線は未だなされておらず、素子間分離の溝が形成されていて、個々の発光ダイオード42は分離できる状態にある。この溝の形成は例えば反応性イオンエッチングで行う。このような第一基板41を第二基板43にほとんど当接する程度の距離を空けて対峙させて選択的な転写を行う。

【0028】転写に際して、図3の(a)に示すように、第二基板43の第一基板41に対峙する面には接着剤層である熱可塑性樹脂層44が予め形成されている。ここで第二基板43の例としては、ガラス基板、石英ガラス基板、プラスチック基板などを用いることができ、第二基板43上の熱可塑性樹脂層44の例としては、例えばポリスルホン(Polysulfone)、アラミド、ポリカーボネート、熱可塑性ポリイミドなどが挙げられ、接着性を高めるために、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリ酢酸ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミドなどを用いたり若しくは配合したりしても良く、さらには粘着性を付与するためにロジン、変性ロジン、粘着性ポリマー、テルペン、変性テルペン、炭化水素類、および塩素化炭化水素などを調合するようにしても良い。また、熱可塑性樹脂層44の膜厚は、尖頭部42aの高さ程度に設定される。熱可塑性樹脂層44は未硬化であっても良く逆に硬化していても良いが、発光ダイオード42の尖頭部42aが接した際に、その尖頭部42aを塑性変形によって保持する程度の硬さを有していることが好ましい。

【0029】続いて、選択的なエネルギーbeamの照射を行って、レーザーアブレーションを起こさせて発光ダイオード42を第一基板41から剥離する。このときのエネルギーbeamとしては、エキシマレーザーやYAGレーザーなどのレーザー光45が使用される。レーザー光45はそのコヒーレントな特性から、十分に照射径を絞ったサイズにすることができ、所要の走査によって必要な発光ダイオード42の裏面に選択的に照射させることができる。選択対象位置の発光ダイオード42をレーザー光45にて第一基板41の裏面から照射して発光ダイオード42を第一基板41からレーザーアブレーションを利用して剥離する。なお選択対象位置とは、図1のように順次移行していくものであり、所要回数に繰り返しによって全面に展開される。GaN系の発光ダイオード42はサファイヤとの界面でレーザーアブレーションを生じさせ金属のGaと窒素に分解することから、比較的簡単に剥離できる。なお、この際のレーザー光45の照射径は選択にかかる発光ダイオード42の裏面を完全に照射する程度の径である。

【0030】このレーザーアブレーションを利用した剥離によって、選択照射にかかる発光ダイオード42はGaN層と第一基板41の界面で分離し、図3の(b)に示すように反対側の熱可塑性樹脂層44の表面に発光ダイオード42の尖頭部42aすなわちp電極部分を突き刺すようにして転写される。選択的なレーザー照射がなされなかった発光ダイオード42は、そのまま第一基板41上に残り、以降の選択転写時に転写される。なお、図3の(b)では2ピッチ分だけ離間した発光ダイオード42だけが選択的に転写されているが、必ずしも間引きされる間隔は2ピッチ分でなくとも良い。このような

選択的な転写によっては発光ダイオード42第一基板41上に配列されている時よりも離間して第二基板43上に配列される。

【0031】次に、選択的な発光ダイオード42の第一基板41から第二基板43への転写を行ったところで、図3の(c)に示すように、熱可塑性樹脂層44を更に塑性変形させて各発光ダイオード42を十分に圧着する。この圧着は、第二基板43の熱可塑性樹脂層44の側から、加圧板46を加圧することで行われる。この時同時に、熱可塑性樹脂層44を軟化させて尖頭部42aを有する発光ダイオード42との接触面積を拡大させるため、熱可塑性樹脂層44を加熱する。この加熱温度は熱可塑性樹脂層44の軟化温度程度となるに設定される。熱可塑性樹脂層44の加熱は、加圧板46にパルスヒート制御装置などの加熱手段を配設することで行っても良く、第二基板43を透過するような赤外線照射などによって行っても良い。加圧板46の表面には離型部材47が形成され、軟化した熱可塑性樹脂層44と加圧板46が接着するような問題を未然に防止する。この離型部材47は平坦なテフロンコート層であり、加圧板46はモリブデンやチタンなどの材料によって構成することができる。

【0032】加圧板46を第二基板43から離すと、図3の(d)に示すように、テフロンコートされた離型部材47の表面で各発光ダイオードが熱可塑性樹脂層44と共に分離される。加圧及び加熱された熱可塑性樹脂層44と発光ダイオード42は、平坦な離型部材47の面を反映してほぼ平坦な面を構成する。前述のように、熱可塑性樹脂層44の膜厚は尖頭部42aの高さ程度であるため、加圧板46の側には溶融した熱可塑性樹脂層44が回り込むことはなく、発光ダイオード42の平坦な裏面42bが現れる。当該転写工程に続く配線工程では、発光ダイオード42の現れた平坦な裏面42bに対して配線を形成することもでき、裏面42bは加圧及び加熱された熱可塑性樹脂層44の表面と同一面であることから、その配線層の形成やパターニングは容易なものとなる。加圧板46は、熱可塑性樹脂層44が冷却して硬化してから離される。

【0033】上述の素子の選択転写方法においては、最密状態で形成された発光ダイオード42が第二基板43上に間引きによって離間して転写されることになる。この時、熱可塑性樹脂層44がその塑性変形によって発光ダイオード42の尖頭部42aに圧接して、確実に保持される。また、レーザーなどの照射によって素子近傍に局所的にエネルギーを与えて比較的短時間での加熱処理が施され、低コスト化を図ることができると共に保持される位置も正確なため歩留まりの低下も防止できる。また、発光ダイオード42の第二基板43への転写には、GaN系材料がサファイヤとの界面で金属のGaと窒素に分解することを利用して、比較的簡単に剥離でき

る。

【0034】上述の素子の転写方法においては、素子として発光ダイオードの例について説明したが、本発明の素子の転写方法に使用される素子として、他の発光素子、液晶制御素子、光電変換素子、圧電素子、薄膜トランジスタ素子、薄膜ダイオード素子、抵抗素子、スイッチング素子、微小磁気素子、微小光学素子から選ばれた素子若しくはその部分であっても良い。

【0035】[発光素子の選択転写方法、その2] 図3の選択転写方法では、加圧板46が使用され熱可塑性樹脂層44の加熱と加圧が行われたが、本例は加圧板を使用せずに第二基板の裏面からレーザーを照射する例である。

【0036】先ず、図4の(a)に示すように、第一基板51の主面上には複数の発光ダイオード52がマトリクス状に形成されている。発光ダイオード52の大きさは数 μm 乃至約100 μm 、好ましくは約10 μm 乃至30 μm 程度とすることができる。発光ダイオード52は図2に示したようにピラミッド型の結晶成長層から構成される略六角錐形状の尖頭部52aを有している。発光ダイオード52は窒化物系半導体層であるGaN系の材料からなる。第一基板51の構成材料としてはサファイヤ基板などのように発光ダイオード52に照射されるレーザ光の波長の透過率の高い材料が用いられる。発光ダイオード52にはp電極などまでは形成されているが最終的な配線は未だなされておらず、素子間分離の溝が形成されていて、個々の発光ダイオード52は分離できる状態にある。この溝の形成は例えば反応性イオンエッチングで行う。このような第一基板51を第二基板53にほとんど当接する程度の距離を空けて対峙させて選択的な転写を行う。

【0037】転写に際して、図4の(a)に示すように、第二基板53の第一基板51に対峙する面には接着剤層である熱可塑性樹脂層54が予め形成されている。ここで第二基板53の例としては、ガラス基板、石英ガラス基板、プラスチック基板などの光透過性基板を用いることができ、第二基板53上の熱可塑性樹脂層54の例としては、例えばポリスルホン(Polysulfone)、アラミド、ポリカーボネート、熱可塑性ポリイミドなどが挙げられ、接着性を高めるために、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリ酢酸ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミドなどを用いたり若しくは配合したりしても良く、さらには粘着性を付与するためにロジン、変性ロジン、粘着性ポリマー、テルペン、変性テルペン、炭化水素類、および塩素化炭化水素などを調合するようにしても良い。また、熱可塑性樹脂層54の膜厚は、尖頭部52aの高さ程度に設定される。熱可塑性樹脂層54は第二基板53に形成されている状態においては全面的に硬化した状態である。ところが、転写に際して、図4の(a)に示すように、レーザー光55が選択転写にかかる

る素子に対応した熱可塑性樹脂層54の領域を軟化させるために照射される。すなわち光透過性の第二基板53をレーザー光55が透過するように制御され、熱可塑性樹脂層54はそのレーザー光55の照射された領域が選択的に軟化する。このレーザー光55は例えば赤外波長にかかるレーザー光であり、レーザー光55の照射部分が局所的に加熱される。

【0038】このようにレーザー光55によって熱可塑性樹脂層54を選択的に照射したところで、図4の

(b)に示すように、軟化した熱可塑性樹脂層54の領域に対応した領域に選択的なエネルギーbeamの照射を行って、レーザーアブレーションを起こさせて発光ダイオード52を第一基板51から剥離する。エネルギーbeamとしては、エキシマレーザーやYAGレーザーなどのレーザー光57が使用される。レーザー光57はそのコヒーレントな特性から、十分に照射径を絞ったサイズにすることができ、所要の走査によって必要な発光ダイオード57の裏面に選択的に照射させることができる。選択対象位置の発光ダイオード52をレーザー光57にて第一基板51の裏面から照射して発光ダイオード52を第一基板51からレーザーアブレーションを利用して剥離する。なお選択対象位置とは、図1のように順次移行していくものであり、所要回数に繰り返しによって全面に展開される。GaN系の発光ダイオード52はサファイヤとの界面でレーザーアブレーションを生じさせ金属のGaNと窒素に容易に分解することから、比較的簡単に発光ダイオード52を剥離できる。なお、この際のレーザー光57の照射径は選択にかかる発光ダイオード52の裏面を完全に照射する程度の径である。

【0039】第一基板51から剥離した発光ダイオード52は、熱可塑性樹脂層54が既に軟化しているために、その熱可塑性樹脂層54に先ず尖頭部52aが接触し、次いで熱可塑性樹脂層54が軟化しているままに尖頭部52aの全斜面が該熱可塑性樹脂層54に接着する。最終的には、図4の(c)に示すように、発光ダイオード52の尖頭部52aの頂点部分が第二基板53に当接するかその少し手前ぐらいのところまで行くよう、発光ダイオード52は熱可塑性樹脂層54に保持される。レーザー光55の照射を止めることで、照射されて軟化していた熱可塑性樹脂層54は硬化し、その結果、発光ダイオード52は第二基板53に所定の位置で固着される。

【0040】上述の素子の選択転写方法においては、最密状態で形成された発光ダイオード52が第二基板53上に間引きによって離間して転写されることになる。この時、熱可塑性樹脂層54がその塑性変形によって発光ダイオード52の尖頭部52aに圧接して、確実に保持される。また、レーザーなどの照射によって素子近傍に局所的にエネルギーを与えて比較的に短時間での加熱処理が施され、低コスト化を図ることができると共に、発

光ダイオード52の保持される位置も正確なため歩留まりの低下も防止できる。また、GaN系材料で形成される発光ダイオード52の第二基板53への転写には、GaN系材料がサファイヤとの界面で金属のGaと窒素に分解するレーザーアブレーションを利用して、比較的簡単に剥離できる。

【0041】[発光素子の選択転写方法、その3] 本例は図4に示した発光素子の選択転写方法の変形例であり、図5に示すように、第二基板と透過して照射されるレーザー光のスポットが小さくされ、発光ダイオードのn電極側を熱可塑性樹脂の外側に保持できる例である。

【0042】先ず、図5の(a)に示すように、第一基板61の主面上には複数の発光ダイオード62がマトリクス状に形成されている。前述の発光素子の選択転写方法と同様に、発光ダイオード62の大きさは数μm乃至約100μm、好ましくは約10μm乃至30μm程度とすることができる。発光ダイオード62は図2に示したようにピラミッド型の結晶成長層から構成される略六角錐形状の尖頭部62aを有している。発光ダイオード62は窒化物半導体層であるGaN系の材料からなる。第一基板61の構成材料としてはサファイヤ基板などのように発光ダイオード62に照射されるレーザ光の波長の透過率の高い材料が用いられる。発光ダイオード62にはp電極などまでは形成されているが最終的な配線は未だなされておらず、素子間分離の溝が形成されていて、個々の発光ダイオード62は分離できる状態にある。この溝の形成は例えば反応性イオンエッティングで行う。このような第一基板61を第二基板63にほとんど当接する程度の距離を空けて対峙させて選択的な転写を行う。

【0043】転写に際して、図5の(a)に示すように、第二基板63の第一基板61に対峙する面には接着剤層である熱可塑性樹脂層64が予め形成されている。ここで第二基板63の例としては、ガラス基板、石英ガラス基板、プラスチック基板などの光透過性基板を用いることができ、第二基板63上の熱可塑性樹脂層64の例としては、例えばポリスルホン(Polysulfone)、アラミド、ポリカーボネート、熱可塑性ポリイミドなどが挙げられ、接着性を高めるために、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリ酢酸ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミドなどを用いたり若しくは配合したりしても良く、さらには粘着性を付与するためにロジン、変性ロジン、粘着性ポリマー、テルペン、変性テルペン、炭化水素類、および塩素化炭化水素などを調合するようにしても良い。熱可塑性樹脂層64は第二基板63に形成されている状態においては全面的に硬化した状態であるが、転写に際して、図5の(a)に示すように、レーザー光65が選択転写にかかる素子に対応した熱可塑性樹脂層64の領域を軟化させるために照射される。すなわち光透過性の第二基板63をレーザー光65が透過するよ

10

20

30

30

40

50

うに制御され、熱可塑性樹脂層64はそのレーザー光65の照射された領域が選択的に軟化する。このレーザー光65は例えば赤外波長にかかるレーザー光であり、レーザー光65の照射部分が局所的に加熱される。特に、本例においては、このレーザー光65の照射されるスポット径が、発光ダイオード62の略六角錐形状の尖頭部62aの基礎部よりも小さいサイズとされる。このため熱可塑性樹脂層64の軟化した領域64yは尖頭部62aの基礎部よりも小さい径となり、その周囲は硬化したままに維持される。

【0044】このようにレーザー光65によって熱可塑性樹脂層64を選択的に且つそのビーム径も小さく照射したところで、図5の(b)に示すように、軟化した熱可塑性樹脂層64の領域64yに対応した領域に選択的なエネルギービームの照射を行って、レーザーアブレーションを起こさせて発光ダイオード62を第一基板61から剥離する。このレーザーアブレーションは前述の図3や図4に示した工程と同様である。すなわちGaN系の発光ダイオード62はサファイヤとの界面でレーザーアブレーションを生じさせ金属のGaと窒素に容易に分解することから、比較的簡単に発光ダイオード62を剥離できる。なお、この際のレーザー光67の照射径は選択にかかる発光ダイオード62の裏面を完全に照射する程度の径である。

【0045】第一基板61から剥離した発光ダイオード62は、熱可塑性樹脂層64が既に軟化しているために、その熱可塑性樹脂層64に先ず尖頭部62aが接触し、次いで熱可塑性樹脂層64が軟化しているままに尖頭部62aの斜面が該熱可塑性樹脂層64に接着していく。ここで本例においては、熱可塑性樹脂層64の軟化した領域64yは尖頭部62aの基礎部よりも小さい径であることから、尖頭部62aの斜面の途中が熱可塑性樹脂層64の小径の領域64yの周囲の硬化した部分で止まり、従って図5の(c)に示すように、発光ダイオード62の下地成長層の部分は熱可塑性樹脂層64の外に置かれて、発光ダイオード62は熱可塑性樹脂層64に保持されることになる。このように発光ダイオード62の裏面62bが熱可塑性樹脂層64に埋没せずに確実に保持されるため、後の工程におけるn電極への配線は技術的に容易な工程となる。

【0046】上述の素子の選択転写方法においては、最密状態で形成された発光ダイオード62が第二基板63上に間引きによって離間して転写されることになる。この時、熱可塑性樹脂層64がその塑性変形によって発光ダイオード62の尖頭部62aに圧接して、確実に保持される。また、レーザーなどの照射によって素子近傍に局所的にエネルギーを与えて比較的短時間での加熱処理が施され、低コスト化を図ることができると共に、発光ダイオード62の保持される位置も正確なため歩留まりの低下も防止できる。また、GaN系材料で形成され

る発光ダイオード62の第二基板63への転写には、GaN系材料がサファイヤとの界面で金属のGaと窒素に分解するレーザーアブレーションを利用して、比較的簡単に剥離できる。さらに、レーザー光65の照射径を小さくすることで、発光ダイオード62の裏面62bが熱可塑性樹脂層64に埋没せずに確実に保持されるため、配線等を容易に進めることができる。

【0047】[画像表示装置の製造方法]上述のような素子の選択転写を繰り返すことで、画像表示装置の画面全体に亘って素子を精密に配置させることができるとなる。すなわち、上述のような素子の選択転写を繰り返すことで、マトリクス状に配列される各画素を発光波長の異なる発光素子を隣接させた構成にすることができ、高解像度でしかも拡大選択転写を利用してコストの削減が可能な画像表示装置を製造できる。

【0048】図6は最終的な画像表示装置に近い構造を示す工程図となっていて、配線層の形成を行ったところの装置断面である。RGBの3色の発光ダイオード79、81、82は前述の第二基板43、53、63からさらにもう一段離間して転写されており、第三基板80上に配列されて絶縁層74を塗布した後、配線を施したことろを示している。赤色発光ダイオード81は六角錐のGaN層を有しない構造とされ、他の青色発光ダイオード79、緑色発光ダイオード82とその形状が異なっている。絶縁層74に開口部85、86、87、88、89、90を形成し、発光ダイオード79、81、82のアノード、カソードの電極パッドと第三基板80の配線用の電極層77を接続する配線83、84、91を形成した構造となっている。

【0049】このときに形成する開口部すなわちビアホールは発光ダイオード79、81、82の電極パッド76、75の面積を大きくしているのでビアホール形状は大きく、ビアホールの位置精度も各発光ダイオードに直接形成するビアホールに比べて粗い精度で形成できる。このときのビアホールは約 $60\mu m$ 角の電極パッド76、75に対し、約 $\phi 20\mu m$ のものを形成できる。電極層77の下部には黒クロム層78が形成されシャドウマスクとしても機能する。また、ビアホールの深さは配線基板と接続するもの、アノード電極と接続するもの、カソード電極と接続するものの3種類の深さがあるのでレーザのパルス数で制御し、最適な深さを開口する。その後、保護層を配線上に形成し、画像表示装置のパネルは完成する。この後、パネル端部の配線からドライバICを接続して駆動パネルを製作して画像表示装置が完成する。

【0050】[薄膜トランジスタ素子の選択転写方法、その1] 次に、図7の(a)乃至(d)を参照しながら、薄膜トランジスタ素子の選択転写方法について説明する。薄膜トランジスタ素子は選択転写によって基板上に配列させることで液晶表示装置として用いることが可能

である。

【0051】先ず、図7の(a)に示すように、第一基板101の主面上には複数の薄膜トランジスタ素子102がマトリクス状に形成されている。薄膜トランジスタ素子102はSOI構造を有し、多結晶シリコン若しくは再結晶化されたシリコンからなる薄膜シリコン層にチャネル領域が形成される電界効果型トランジスタである。第一基板101の構成材料としてはガラス基板などのように薄膜トランジスタ素子102に照射されるレーザ光の波長の透過率の高い材料が用いられる。薄膜トランジスタ素子102には最終的な配線は未だなされておらず、素子間分離の溝が形成されていて、個々の薄膜トランジスタ素子102は分離できる状態にある。この溝の形成は例えば反応性イオンエッチングで行う。このような第一基板101を第二基板103にほとんど当接する程度の距離を空けて対峙させて選択的な転写を行う。なお、各薄膜トランジスタ素子102の第一基板101の主面側には、レーザー照射によってアブレーションを生ずる非晶質シリコン膜や窒化膜などの剥離膜が形成される。

【0052】転写に際して、図7の(a)に示すように、第二基板103の第一基板101に対峙する面には接着剤層である熱可塑性樹脂層104が予め形成されている。ここで第二基板103の例としては、ガラス基板、石英ガラス基板、プラスチック基板などを用いることができ、第二基板103上の熱可塑性樹脂層104の例としては、例えばポリスルホン(Polysulfone)、アラミド、ポリカーボネート、熱可塑性ポリイミドなどが挙げられ、接着性を高めるために、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリ酢酸ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミドなどを用いたり若しくは配合したりしても良く、さらには粘着性を付与するためにロジン、変性ロジン、粘着性ポリマー、テルペン、変性テルペン、炭化水素類、および塩素化炭化水素などを調合するようにしても良い。また、熱可塑性樹脂層104は未硬化であっても良く逆に硬化していても良いが、薄膜トランジスタ素子102の表面部が接した際に、その表面部を塑性変形によって保持する程度の硬さを有していることが好みしい。

【0053】続いて、選択的なエネルギービームの照射を行って、前述の剥離膜にレーザーアブレーションを起こさせて薄膜トランジスタ素子102を第一基板101から剥離する。このときのエネルギービームとしては、エキシマレーザーやYAGレーザーなどのレーザー光105が使用される。レーザー光105はそのコヒーレントな特性から、十分に照射径を絞ったサイズにすることができる、所要の走査によって必要な薄膜トランジスタ素子102の裏面に選択的に照射させることができる。選択対象位置の薄膜トランジスタ素子102をレーザー光105にて第一基板101の裏面から照射して薄膜ト

ンジスタ素子 102 を第一基板 101 からレーザー アブレーションを利用して剥離する。なお選択対象位置とは、図 1 のように順次移行していくものであり、所要回数に繰り返しによって全面に展開される。本例では、薄膜トランジスタ素子 102 は第 1 基板 101 との界面の剥離膜によってレーザー アブレーションが発生し、比較的簡単に剥離できる。なお、この際のレーザー光 105 の照射径は選択にかかる薄膜トランジスタ素子 102 の裏面を完全に照射する程度の径である。

【0054】このレーザー アブレーションを利用した剥離によって、選択照射にかかる薄膜トランジスタ素子 102 はその裏面と第一基板 101 の界面で分離し、図 7 の (b) に示すように反対側の熱可塑性樹脂層 104 の表面に薄膜トランジスタ素子 102 の表面部が一部埋没するようにして転写される。選択的なレーザー照射がなされなかった薄膜トランジスタ素子 102 は、そのまま第一基板 101 上に残り、以降の選択転写時に転写される。なお、図 7 の (b) では 2 ピッチ分だけ離間した薄膜トランジスタ素子 102 だけが選択的に転写されているが、必ずしも間引きされる間隔は 2 ピッチ分でなくとも良い。このような選択的な転写によっては薄膜トランジスタ素子 102 第一基板 101 上に配列されている時よりも離間して第二基板 103 上に配列される。

【0055】次に、選択的な薄膜トランジスタ素子 102 の第一基板 101 から第二基板 103 への転写を行ったところで、図 7 の (c) に示すように、熱可塑性樹脂層 104 を更に塑性変形させて各薄膜トランジスタ素子 102 を十分に圧着する。この圧着は、第二基板 103 の熱可塑性樹脂層 104 の側から、加圧板 106 を加圧することで行われる。この時同時に、熱可塑性樹脂層 104 を軟化させて薄膜トランジスタ素子 102 との接触面積を拡大させるため、熱可塑性樹脂層 104 を加熱する。この加熱温度は熱可塑性樹脂層 104 の軟化温度程度となるに設定される。熱可塑性樹脂層 104 の加熱は、加圧板 106 にパルスヒート制御装置などの加熱手段を配設することで行っても良く、第二基板 103 を透過するような赤外線照射などによって行っても良い。加圧板 106 の表面には離型部材 107 が形成され、軟化した熱可塑性樹脂層 104 と加圧板 106 が接着するような問題を未然に防止する。この離型部材 107 は平坦なテフロンコート層であり、加圧板 106 はモリブデンやチタンなどの材料によって構成することができる。

【0056】加圧板 106 を第二基板 103 から離すと、図 7 の (d) に示すように、テフロンコートされた離型部材 107 の表面で各薄膜トランジスタ素子が熱可塑性樹脂層 104 と共に分離される。加圧及び加熱された熱可塑性樹脂層 104 と薄膜トランジスタ素子 102 は、平坦な離型部材 107 の面を反映してほぼ平坦な面を構成する。前述のように、熱可塑性樹脂層 104 の膜厚は素子の高さ程度であるため、加圧板 106 の側には

溶融した熱可塑性樹脂層 104 が回り込むことはなく、薄膜トランジスタ素子 102 の平坦な裏面 102b が現れる。当該転写工程に続く配線工程では、薄膜トランジスタ素子 102 の現れた平坦な裏面 102b に対して配線を形成することもでき、裏面 102b は加圧及び加熱された熱可塑性樹脂層 104 の表面と同一面であることから、その配線層の形成やパターニングは容易なものとなる。加圧板 106 は、熱可塑性樹脂層 104 が冷却して硬化してから離される。

10 【0057】上述の素子の選択転写方法においては、最密状態で形成された薄膜トランジスタ素子 102 が第二基板 103 上に間引きによって離間して転写されることになる。この時、熱可塑性樹脂層 104 がその塑性変形によって薄膜トランジスタ素子 102 の表面部に圧接して、確実に保持される。また、レーザーなどの照射によって素子近傍に局所的にエネルギーを与えて比較的短時間での加熱処理が施され、低コスト化を図ることができると共に保持される位置も正確なため歩留まりの低下も防止できる。また、薄膜トランジスタ素子 102 の第二基板 103 への転写には、レーザー アブレーションを利用して、比較的簡単に剥離できる。

20 【0058】上述の素子の転写方法においては、素子として薄膜トランジスタ素子の例について説明したが、本発明の素子の転写方法に使用される素子として、他の液晶制御用素子、発光素子、光電変換素子、圧電素子、薄膜トランジスタ素子、薄膜ダイオード素子、抵抗素子、スイッチング素子、微小磁気素子、微小光学素子から選ばれた素子若しくはその部分であっても良い。

30 【0059】[薄膜トランジスタ素子の選択転写方法、その 2] 図 7 の選択転写方法では、加圧板 106 が使用され熱可塑性樹脂層 104 の加熱と加圧が行われたが、本例は加圧板を使用せずに第二基板の裏面からレーザーを照射する例である。

【0060】先ず、図 8 の (a) に示すように、第一基板 111 の主面上には複数の薄膜トランジスタ素子 112 がマトリクス状に形成されている。薄膜トランジスタ素子 112 は SOI 構造を有し、多結晶シリコン若しくは再結晶化されたシリコンからなる薄膜シリコン層にチャネル領域が形成される電界効果型トランジスタである。第一基板 111 の構成材料としてはガラス基板などのように薄膜トランジスタ素子 112 に照射されるレーザ光の波長の透過率の高い材料が用いられる。薄膜トランジスタ素子 112 には最終的な配線は未だなされておらず、素子間分離の溝が形成されていて、個々の薄膜トランジスタ素子 112 は分離できる状態にある。この溝の形成は例えば反応性イオンエッティングで行う。このような第一基板 111 を第二基板 113 にほとんど当接する程度の距離を空けて対峙させて選択的な転写を行う。なお、各薄膜トランジスタ素子 112 の第一基板 111 の主面側には、レーザー照射によってアブレーションを生

する非晶質シリコン膜や塗化膜などの剥離膜が形成される。

【0061】転写に際して、図8の(a)に示すように、第二基板113の第一基板111に対峙する面には接着剤層である熱可塑性樹脂層114が予め形成されている。ここで第二基板113の例としては、前述に第二基板103と同様の材料により構成できる。熱可塑性樹脂層114は第二基板113に形成されている状態においては全面的に硬化した状態である。ところが、転写に際して、図8の(a)に示すように、レーザー光115が選択転写にかかる素子に対応した熱可塑性樹脂層114の領域を軟化させるために照射される。すなわち光透過性の第二基板113をレーザー光115が透過するように制御され、熱可塑性樹脂層114はそのレーザー光115の照射された領域が選択的に軟化する。このレーザー光115は例えば赤外波長にかかるレーザー光であり、レーザー光115の照射部分が局所的に加熱される。

【0062】このようにレーザー光115によって熱可塑性樹脂層114を選択的に照射したところで、図8の(b)に示すように、軟化した熱可塑性樹脂層114の領域に対応した領域に選択的なエネルギービームの照射を行って、レーザーアブレーションを起こさせて薄膜トランジスタ素子112を第一基板111から剥離する。エネルギービームとしては、エキシマレーザーやYAGレーザーなどのレーザー光117が使用される。レーザー光117はそのコヒーレントな特性から、十分に照射径を絞ったサイズにすることができ、所要の走査によって必要な薄膜トランジスタ素子117の裏面に選択的に照射させることができる。選択対象位置の薄膜トランジスタ素子112をレーザー光117にて第一基板111の裏面から照射して薄膜トランジスタ素子112を第一基板111からレーザーアブレーションを利用して剥離する。なお選択対象位置とは、図1のように順次移行していくものであり、所要回数に繰り返しによって全面に展開される。薄膜トランジスタ素子112は界面でレーザーアブレーションを生じ、比較的簡単に薄膜トランジスタ素子112を剥離できる。なお、この際のレーザー光117の照射径は選択にかかる薄膜トランジスタ素子112の裏面を完全に照射する程度の径である。

【0063】第一基板111から剥離した薄膜トランジスタ素子112は、熱可塑性樹脂層114が既に軟化しているために、その熱可塑性樹脂層114に先ず表面部が接触し、次いで熱可塑性樹脂層114が軟化しているままに側面部が該熱可塑性樹脂層114に接着する。最終的には、図8の(c)に示すように、薄膜トランジスタ素子112が第二基板113に当接するかその少し手前ぐらいのところまで行くように、薄膜トランジスタ素子112は熱可塑性樹脂層114に保持される。レーザー光115の照射を止めることで、照射されて軟化していた熱可塑性樹脂層114は硬化し、その結果、薄膜ト

ランジスタ素子112は第二基板113に所定の位置で固定される。
10 【0064】上述の素子の選択転写方法においては、最密状態で形成された薄膜トランジスタ素子112が第二基板113上に間引きによって離間して転写されることになる。この時、熱可塑性樹脂層114がその塑性変形によって薄膜トランジスタ素子112の表面に圧接して、確実に保持される。また、レーザーなどの照射によって素子近傍に局所的にエネルギーを与えて比較的短時間での加熱処理が施され、低コスト化を図ることができると共に、薄膜トランジスタ素子112の保持される位置も正確なため歩留まりの低下も防止できる。また、薄膜トランジスタ素子112の第二基板113への転写には、レーザーアブレーションを利用して比較的簡単に剥離できる。

【0065】〔薄膜トランジスタ素子の選択転写方法、その3〕本例は図8に示した薄膜トランジスタ素子の選択転写方法の変形例であり、図9に示すように、第二基板と透過して照射されるレーザー光のスポットが小さくされ、樹脂層の弾性によって薄膜トランジスタ素子が把持される例である。
20

【0066】先ず、図9の(a)に示すように、第一基板121の主面上には複数の薄膜トランジスタ素子122がマトリクス状に形成されている。薄膜トランジスタ素子122はSOI構造を有し、多結晶シリコン若しくは再結晶化されたシリコンからなる薄膜シリコン層にチャネル領域が形成される電界効果型トランジスタである。第一基板121の構成材料としてはガラス基板などのように薄膜トランジスタ素子122に照射されるレーザー光の波長の透過率の高い材料が用いられる。薄膜トランジスタ素子122には最終的な配線は未だなされておらず、素子間分離の溝が形成されていて、個々の薄膜トランジスタ素子122は分離できる状態にある。この溝の形成は例えば反応性イオンエッチングで行う。このような第一基板121を第二基板123にほとんど当接する程度の距離を空けて対峙させて選択的な転写を行う。なお、各薄膜トランジスタ素子122の第一基板121の主面側には、レーザー照射によってアブレーションを生ずる非晶質シリコン膜や塗化膜などの剥離膜が形成される。
30

【0067】転写に際して、図9の(a)に示すように、第二基板123の第一基板121に対峙する面には接着剤層である熱可塑性樹脂層124が予め形成されている。ここで第二基板123の例としては、ガラス基板、石英ガラス基板、プラスチック基板などの光透過性基板を用いることができ、第二基板123上の熱可塑性樹脂層124の例としては、例えばポリスルホン(Polysulfone)、アラミド、ポリカーボネート、熱可塑性ポリイミドなどが挙げられ、接着性を高めるために、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリ酢酸ビニル、ポリエチレン、
40

ポリプロピレン、ポリアミドなどを用いたり若しくは配合したりしても良く、さらには粘着性を付与するためにロジン、変性ロジン、粘着性ポリマー、テルペン、変性テルペン、炭化水素類、および塩素化炭化水素などを調合するようにしても良い。熱可塑性樹脂層124は第二基板123に形成されている状態においては全面に硬化した状態であるが、転写に際して、図9の(a)に示すように、レーザー光125が選択転写にかかる素子に対応した熱可塑性樹脂層124の領域を軟化させるために照射される。すなわち光透過性の第二基板123をレーザー光125が透過するように制御され、熱可塑性樹脂層124はそのレーザー光125の照射された領域が選択的に軟化する。このレーザー光125は例えば赤外波長にかかるレーザー光であり、レーザー光125の照射部分が局所的に加熱される。特に、本例においては、このレーザー光125の照射されるスポット径が、薄膜トランジスタ素子122の素子サイズよりも小さいサイズとされる。このため熱可塑性樹脂層124の軟化した領域124yは薄膜トランジスタ素子122の素子サイズよりも小さい径となり、その周囲は硬化したままに維持される。

【0068】このようにレーザー光125によって熱可塑性樹脂層124を選択的に且つそのビーム径も小さく照射したところで、図9の(b)に示すように、軟化した熱可塑性樹脂層124の領域124yに対応した領域に選択的なエネルギーービームの照射を行って、レーザーアブレーションを起こさせて薄膜トランジスタ素子122を第一基板121から剥離する。このレーザーアブレーションは前述の図7や図8に示した工程と同様である。すなわち薄膜トランジスタ素子122は第一基板121との界面でレーザーアブレーションを生じさせ比較的簡単に薄膜トランジスタ素子122を剥離できる。なお、この際のレーザー光127の照射径は選択にかかる薄膜トランジスタ素子122の裏面を完全に照射する程度の径である。

【0069】第一基板121から剥離した薄膜トランジスタ素子122は、熱可塑性樹脂層124が既に軟化しているために、その熱可塑性樹脂層124に先ず表面部が接触し、次いで熱可塑性樹脂層124が軟化している間に該熱可塑性樹脂層124に接着していく。ここで本例においては、熱可塑性樹脂層124の軟化した領域124yは薄膜トランジスタ素子122の素子サイズよりも小さい径であることから、薄膜トランジスタ素子122の側面が熱可塑性樹脂層124の小径の領域124yの周囲の硬化した部分で止まり、従って図9の(c)に示すように、薄膜トランジスタ素子122の絶縁領域部分は熱可塑性樹脂層124の外に置かれて、薄膜トランジスタ素子122自体は熱可塑性樹脂層124に保持されることになる。このように薄膜トランジスタ素子122の裏面122bが熱可塑性樹脂層124に埋没せず

に確実に保持されるため、後の工程における配線は技術的に容易な工程となる。

【0070】上述の薄膜トランジスタ素子の選択転写方法においては、最密状態で形成された薄膜トランジスタ素子122が第二基板123上に間引きによって離間して転写されることになる。この時、熱可塑性樹脂層124がその塑性変形によって薄膜トランジスタ素子122の表面部に圧接して、確実に保持される。また、レーザーなどの照射によって素子近傍に局所的にエネルギーを与えて比較的短時間での加熱処理が施され、低コスト化を図ることができると共に、薄膜トランジスタ素子122の保持される位置も正確なため歩留まりの低下も防止できる。また、薄膜トランジスタ素子122の第二基板123への転写には、レーザーアブレーションを利用して比較的簡単に剥離できる。さらに、レーザー光125の照射径を小さくすることで、薄膜トランジスタ素子122の裏面122bが熱可塑性樹脂層124に埋没せずに確実に保持されるため、配線等を容易に進めることができる。

【0071】【液晶表示装置の製造方法の例】上述のような素子の選択転写を繰り返すことで、液晶表示装置の画面全体に亘って素子を精密に配置させることができるとなる。すなわち、上述のような薄膜トランジスタ素子の選択転写を繰り返すことで、マトリクス状に配列される各画素を各画素ごとに薄膜トランジスタ素子が配された構成にでき、高解像度でしかも拡大選択転写を利用してコストの削減が可能な液晶表示装置を製造できる。

【0072】図10は最終的な液晶表示装置に近い構造を示す工程図となっていて、配線層の形成を行ったところの装置断面である。各薄膜トランジスタ素子132を画素ピッチに合わせて第二基板138上に転写した後、図10に示すように、層間絶縁膜140が各薄膜トランジスタ素子132上に形成され、その層間絶縁膜140に所要の窓部や配線部を形成した後、透明なITOなどによって構成される画素電極141が各画素ごとに形成され、その上に配向膜142が形成される。これと平行して、透明対向基板146上にITO膜などによる共通電極145が形成され、その上に配向膜144が形成される。最後に、所要の空隙を持って第二基板138上と透明対向基板146上を対向させ、第二基板138上と透明対向基板146の間に液晶143を注入して液晶表示装置を完成する。これにより、当初高密度に製造された薄膜トランジスタ素子が最終的な基板上では離間して配置される拡大選択転写を利用し、大幅なコストの削減が可能な液晶表示装置を製造できる。なお、本実施例においては、液晶表示装置において転写される素子を薄膜トランジスタ素子としているが、転写される素子や素子の部分は駆動用のトランジスタ素子や、電極の一部、画素電極などの他の素子や素子の部分であっても良い。

【0073】

【発明の効果】上述の本発明の素子の選択転写方法及び画像表示装置の製造方法によれば、最密状態で形成された素子が第二基板上に離間して転写されることになり、最終製品としての画像表示装置の製造コストを下げることが可能となり、熱可塑性樹脂層がその塑性変形によって発光ダイオードの尖頭部等に圧接して、素子を確実に保持することができる。従って、選択転写に際して素子が保持される位置が正確に保持されるため、歩留まりを向上させることができる。

【0074】また、レーザーなどの照射によって素子近傍に局所的にエネルギーを与えて比較的に短時間での加熱処理が施され、低コスト化を図ることができる。また、GaN系材料で形成される発光ダイオードの第二基板への転写には、GaN系材料がサファイヤとの界面で金属のGaと窒素に分解するレーザーアブレーションを利用して、比較的簡単な剥離が実現され、更なる画像表示装置の製造コスト削減に寄与できる。更にレーザービームの照射径を調整することで、n電極側を熱可塑性樹脂層に埋没させないように制御することもできる。

【0075】上述の本発明の素子の選択転写方法及び画像表示装置の製造方法によれば、最密状態で形成された素子として、液晶表示装置に用いられる薄膜トランジスタ素子が第二基板上に離間して転写されることになり、最終製品としての画像表示装置の製造コストを下げることが可能となる。また、選択転写に際して薄膜トランジスタ素子が保持される位置が正確に保持されるため、歩留まりを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の間引き転写による素子の選択転写方法を示す模式図である。

【図2】本発明の実施形態の素子の選択転写方法に用いられる発光素子の例を示す図であって、(a)断面図と(b)平面図である。

【図3】本発明の実施形態の発光素子の選択転写方法(その1)を示す工程断面図であって、(a)はレーザー光の照射工程、(b)は熱可塑性樹脂層による発光ダイオードの保持工程、(c)は加圧板による加圧加熱工程、(d)は加圧板の分離工程をそれぞれ示す。

【図4】本発明の実施形態の発光素子の選択転写方法(その2)を示す工程断面図であって、(a)は熱可塑性

樹脂層の軟化工程、(b)はレーザー光の照射による発光ダイオードの剥離工程、(c)は熱可塑性樹脂層による発光ダイオードの保持工程をそれぞれ示す。

【図5】本発明の実施形態の発光素子の選択転写方法

(その3)を示す工程断面図であって、(a)は径小のレーザー光による熱可塑性樹脂層の軟化工程、(b)はレーザー光の照射による発光ダイオードの剥離工程、(c)は熱可塑性樹脂層による発光ダイオードの保持工程をそれぞれ示す。

10 【図6】本発明の実施形態の画像表示装置の製造方法における配線形成工程を示す工程断面図である。

【図7】本発明の実施形態の薄膜トランジスタ素子の選択転写方法(その1)を示す工程断面図であって、(a)はレーザー光の照射工程、(b)は熱可塑性樹脂層による薄膜トランジスタ素子の保持工程、(c)は加圧板による加圧加熱工程、(d)は加圧板の分離工程をそれぞれ示す。

【図8】本発明の実施形態の薄膜トランジスタ素子の選択転写方法(その2)を示す工程断面図であって、(a)

20 は熱可塑性樹脂層の軟化工程、(b)はレーザー光の照射による薄膜トランジスタ素子の剥離工程、(c)は熱可塑性樹脂層による薄膜トランジスタ素子の保持工程をそれぞれ示す。

【図9】本発明の実施形態の薄膜トランジスタ素子の選

択転写方法(その3)を示す工程断面図であって、(a)は径小のレーザー光による熱可塑性樹脂層の軟化工程、(b)はレーザー光の照射による薄膜トランジスタ素子の剥離工程、(c)は熱可塑性樹脂層による薄膜トランジスタ素子の保持工程をそれぞれ示す。

【図10】本発明の実施形態の液晶表示装置の製造方法における組み立て工程を示す工程断面図である。

【符号の説明】

10、41、51、61、101、111、121 第一基板

11、43、53、63 103、113、123 第二基板

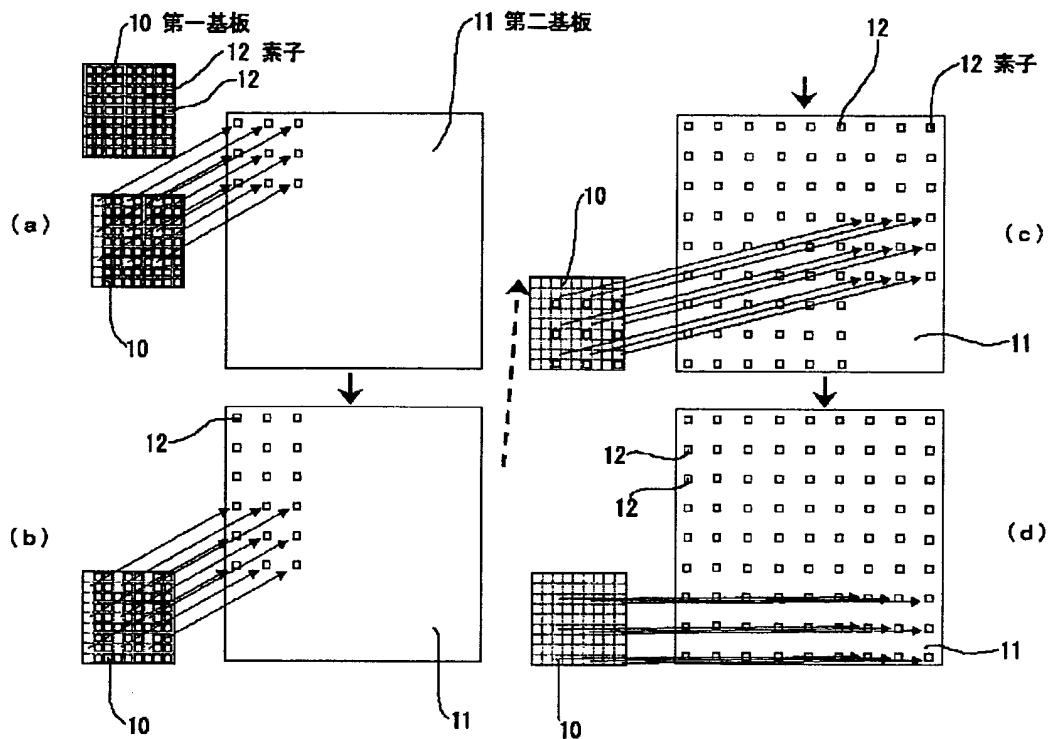
12 素子

42、52、62、79、81、82 発光ダイオード

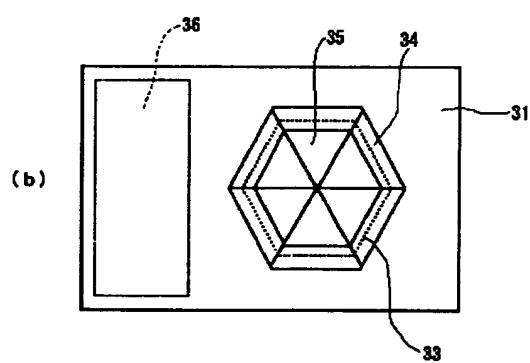
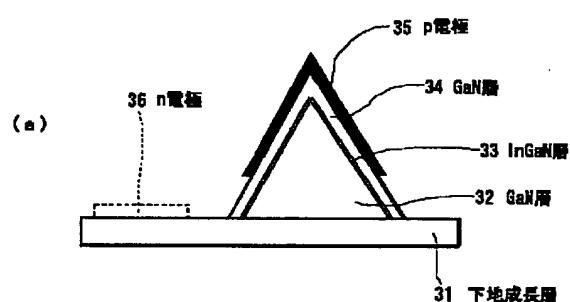
102、112、122 薄膜トランジスタ素子

44、54、64、104、114、124 热可塑性樹脂層

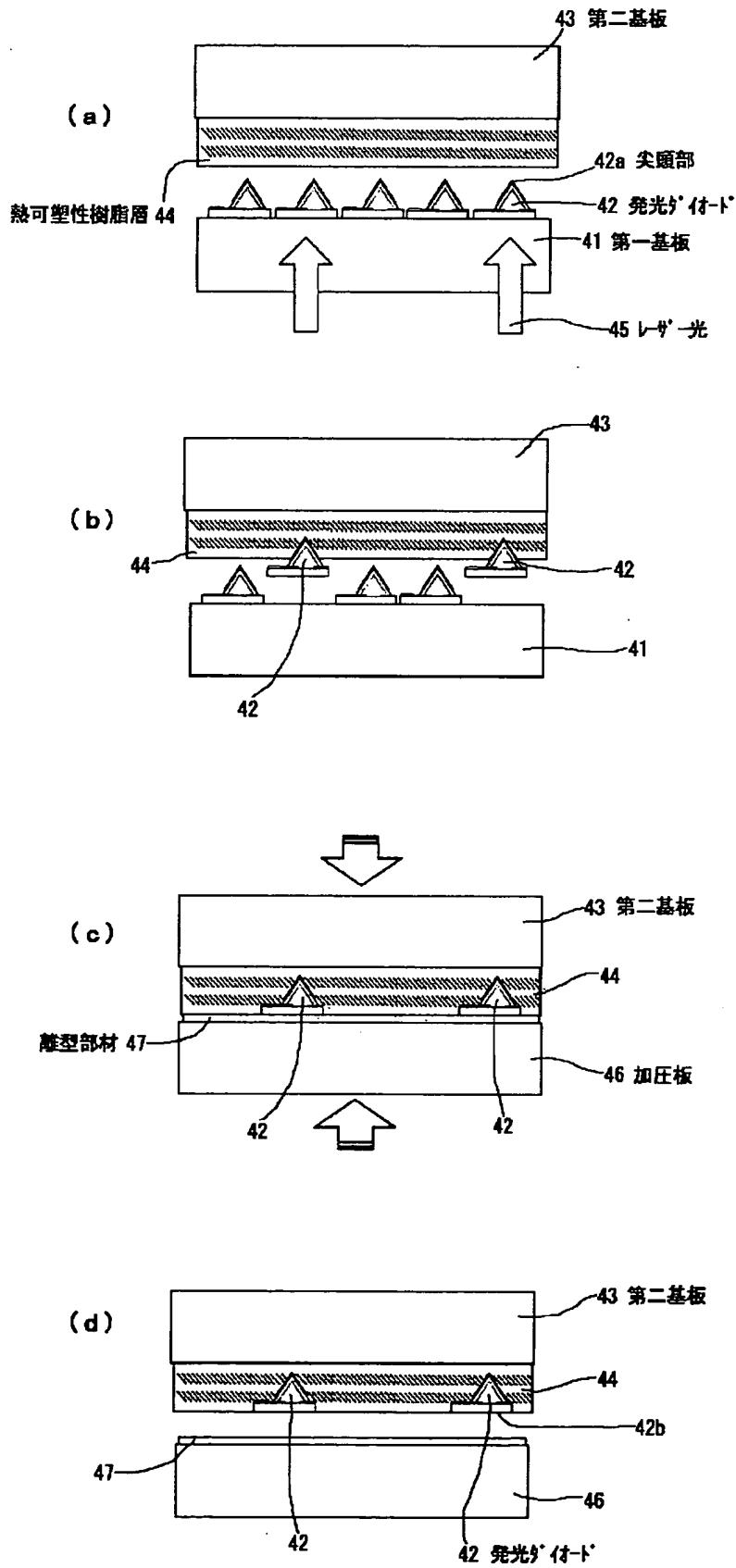
【図1】



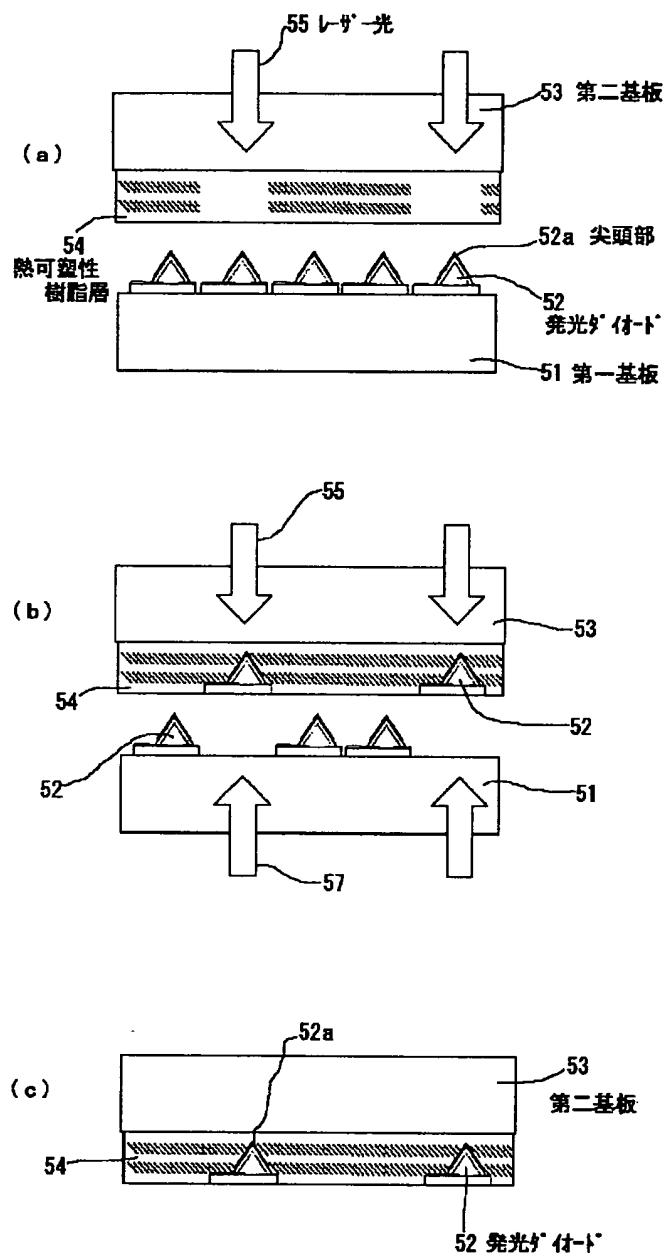
【図2】



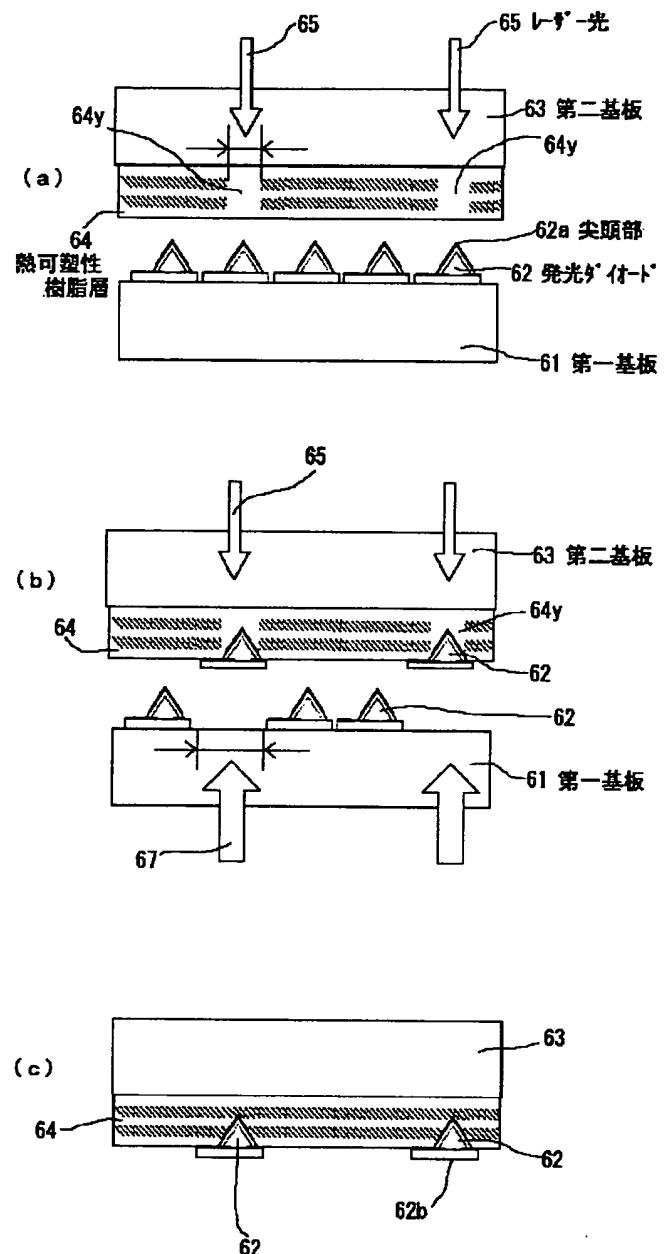
【図3】



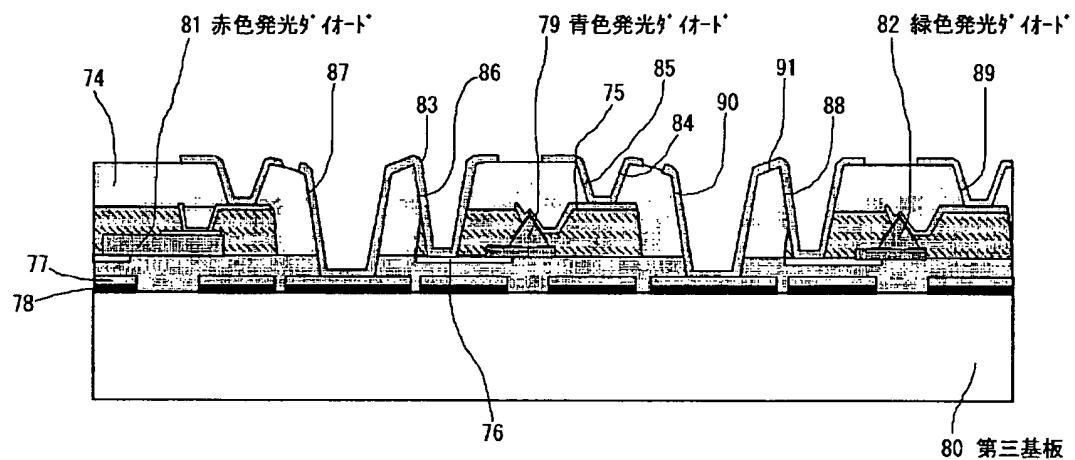
【図4】



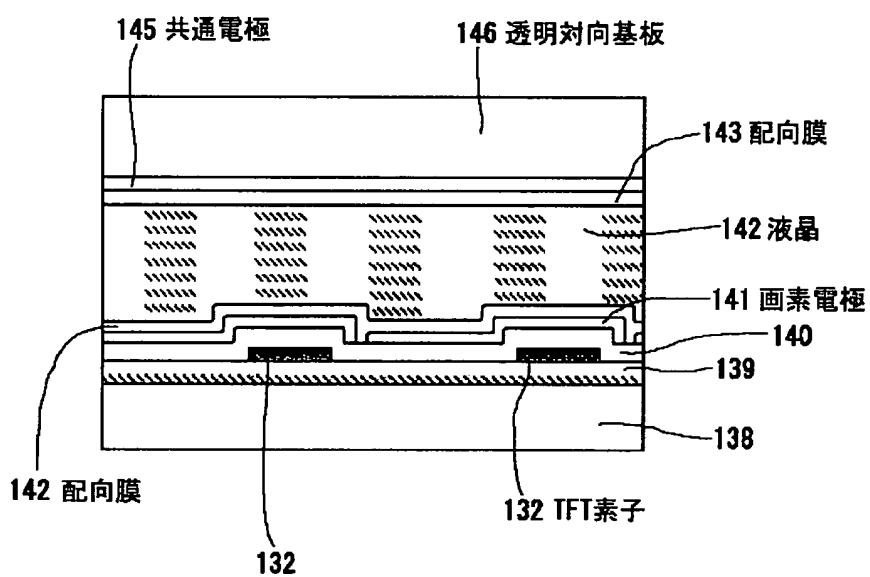
【図5】



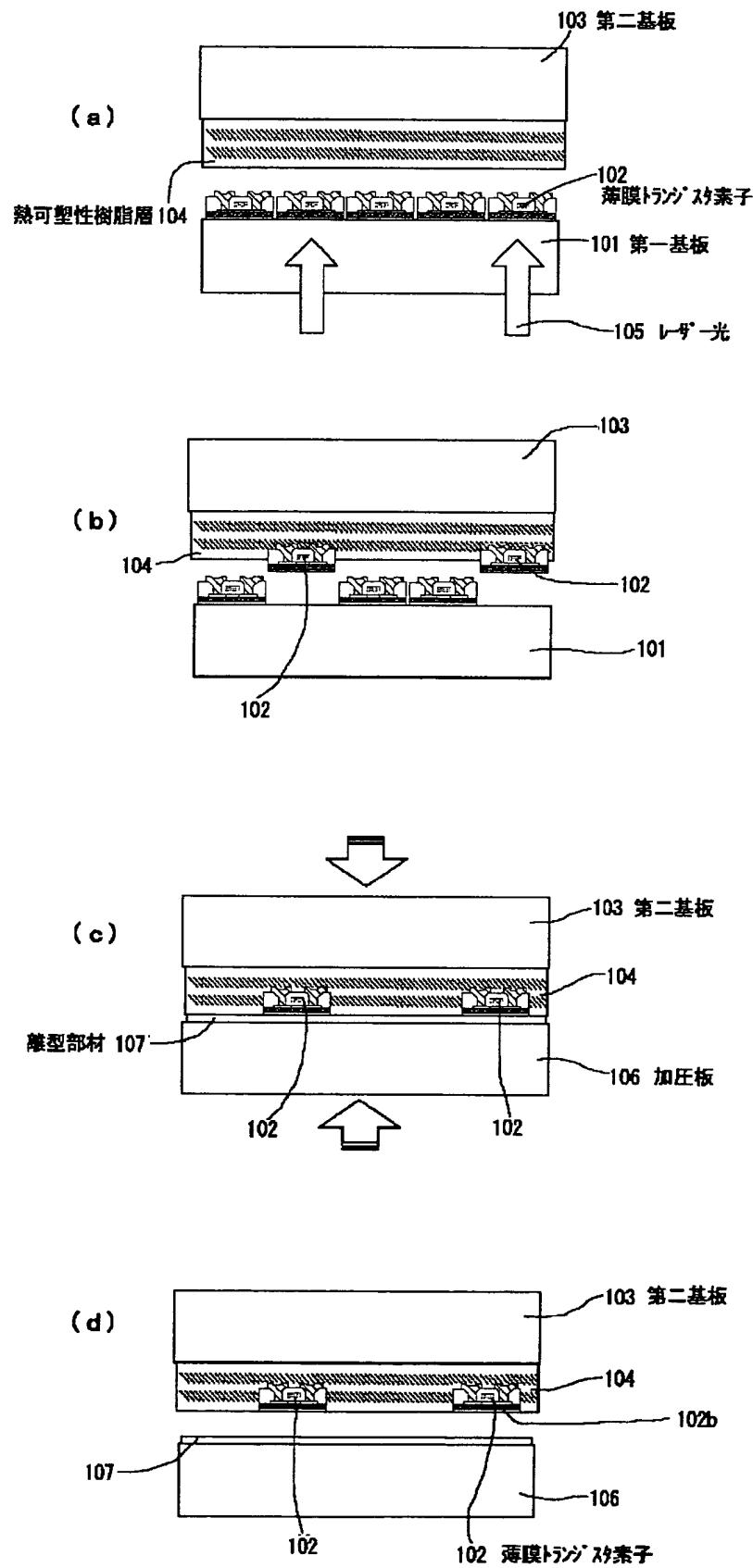
【図6】



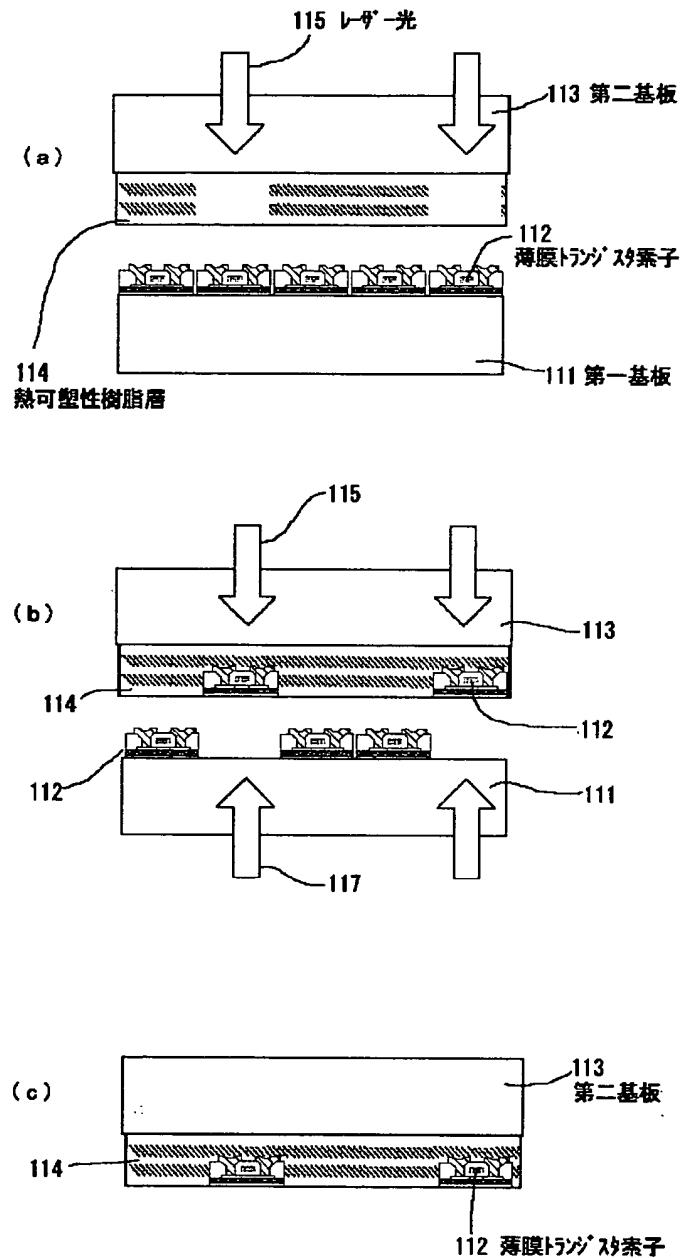
【図10】



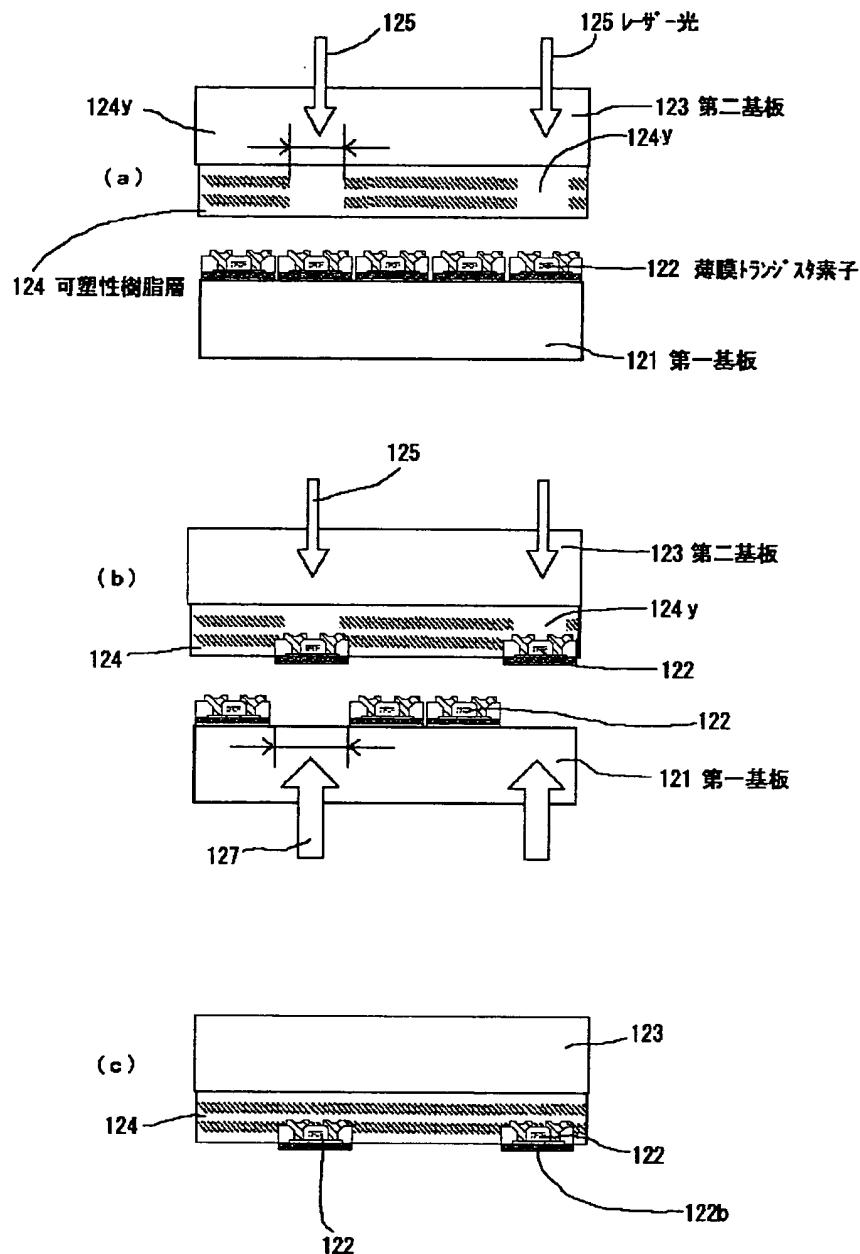
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 01 L 33/00

(72) 発明者 大畑 豊治

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

(72) 発明者 土居 正人

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

F ターム(参考) 2H092 JA24 KA05 MA01 MA18 NA27
NA29 PA01 PA13
5F041 AA41 CA40 DA14 DA20 FF11
5F110 AA30 BB01 DD01 DD02 DD03
DD12 GG02 GG13 NN62 NN65
NN72 QQ16 QQ30
5G435 AA17 BB04 BB05 BB12 EE33
KK05